



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0709686-0 B1



(22) Data do Depósito: 20/01/2007

(45) Data de Concessão: 18/12/2018

(54) Título: ENDENTAÇÃO DE UMA RODA DENTADA COM UMA MULTIPLICIDADE DE DENTES

(51) Int.Cl.: F16H 55/08.

(30) Prioridade Unionista: 31/03/2006 DE 10 2006 015 521.1.

(73) Titular(es): SONA BLW PRÄZISIONSSCHIMIEDE GMBH.

(72) Inventor(es): PETER GUTMANN; JIN HONG LI.

(86) Pedido PCT: PCT EP2007000492 de 20/01/2007

(87) Publicação PCT: WO 2007/118522 de 25/10/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/09/2008

(57) Resumo: ENDENTAÇÃO DE UMA RODA DENTADA ENDENTADA POR ROLAMENTO DE MODO EVOLVENTE Em uma endentação (1) de uma roda dentada com uma multiplicidade de dentes (2, 3; 19), cujos flancos de dente (4, 5, 6; 22) estão configurados em forma evolvente acima de uma região de base de dente (7, 8, 9; 23) dos flancos de dente (4, 5, 6; 22), a região de base de dente (7, 8, 9; 23), vista em um corte normal, dos flancos de dente (4, 5, 6; 22), a qual se estende entre um ponto útil de base (15, 16, 17; 24) e um ponto de base (F), encontra-se configurada em forma elíptica, encadeando-se, no ponto útil de base (15, 16, 17; 24), tangencialmente à região evolvente do flanco de dente (4, 5, 6; 22) e encostando tangencialmente no círculo de base de dente (FKS) no ponto de base (F). O flanco de dente (4, 5, 6; 22), visto em um corte normal, em sua região de base de dente (7, 8, 9; 23), segue, no essencial, uma sub-seção (B) de uma elipse (10, 11, 12; E) com semi-eixos (a, b) de comprimentos diferentes, sendo que um semi-eixo (a, b) da elipse (10, 11, 12; E) encontra-se inclinado em relação a uma radial (R) através do ponto de base (F) sob um ângulo alfa de tombamento de elipse maior do que 0198° e menor do que 90198° . Além disso, os flancos de dente (4, 5, 6; 22) dos dentes (2, 3; 19) da endentação (...).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"ENDENTAÇÃO DE UMA RODA DENTADA COM UMA MULTIPLICIDADE DE DENTES"**.

[001] A presente invenção refere-se à endentação de uma roda dentada com uma multiplicidade de dentes, cujos flancos de dente estão projetados de modo evolvente acima de uma região de base de dente dos flancos de dente, sendo que a região de base de dente dos flancos de dente, observada em um corte normal, que se estende entre um ponto útil de base e um ponto de base, acha-se projetada em forma elíptica; no ponto útil de base continua tangencialmente à região evolvente do flanco de dente, e no ponto de base situa-se tangencialmente junto ao círculo de base de dente. Além disso, a presente invenção refere-se a uma roda dentada com uma endentação correspondente, bem como a um par de rodas dentadas composto por duas dessas rodas dentadas.

[002] Essas endentações, respectivamente rodas dentadas, com arredondamento elíptico de base de dente são conhecidos pelo estado da técnica.

[003] Pelo DE 10208408 é conhecida, também, uma endentação não-evolvente para a roda de transporte de uma bomba de engrenagens, na qual as cabeças de dente e bases de dente dos dentes, que esbarram umas nas outras, são formadas por curvas elípticas que continuam uma na outra tangencialmente. Nesse caso, é especialmente previsto que os flancos de dentes, apontando um para o outro quando vistos em um corte normal, de dois dentes contíguos em sua região de base de dente são formados por uma subseção em comum de uma elipse, cujos semieixos pequenos se situam dentro do plano de simetria – formado pelas radiais através do ponto de base – através dos vãos entre dentes.

[004] Uma outra endentação de bomba é conhecida pelo US

2389728, que mostra um anel dentado com endentação interna e uma roda dentada interna que corre de modo excêntrico dentro da endentação interna do anel dentado. Nesse caso, a evolução dos flancos dos dentes da endentação interna do anel externo na região de cabeça de dente é predeterminada por uma elipse. A geometria da endentação da roda dentada interna é então calculada a partir da lei da endentação. Para privilegiar uma direção de evolução da bomba, o semi-eixo da elipse que define respectivamente um dente da endentação interna pode ser virado eventualmente contra a direção radial, de tal modo que resulte uma forma assimétrica de dente e uma preferência para uma direção de evolução da endentação de bomba.

[005] No caso das rodas dentadas endentadas por rolamento de modo evolvente, na prática encontra-se em sua maioria uma endentação com arredondamento circular da base de dente. No entanto, o DE 19958670 B4 menciona, em correlação com os mais diferentes tipos de roda dentada, a possibilidade em princípio de um arredondamento elíptico da base de dente, sem, contudo, entrar em detalhes a esse respeito. Além disso, na prática também se sabe que um arredondamento elíptico da base de dente pode reduzir a tensão que ocorre na base do dente; nesse caso, um semi-eixo da elipse que define a evolução dos flancos da endentação na região da base de dente se situa sempre dentro do plano de simetria dos vãos entre dentes.

[006] Partindo do estado da técnica previamente conhecido, a presente invenção tem como objetivo disponibilizar uma endentação para uma roda dentada endentada por rolamento de modo evolvente, do tipo mencionado ao início, a qual garanta uma ainda melhor resistência da base do dente.

[007] De acordo com a invenção, nesse caso o flanco de dente, observado em um corte normal, de um dente em sua região de base de dente – ou seja, abaixo do respectivo ponto útil da base – segue no

essencial uma subseção de uma elipse com semieixos a e b de diferentes comprimentos, sendo que um semi-eixo da elipse encontra-se inclinado em relação a uma radial através do ponto de base sob um ângulo alfa de tombamento de elipse maior do que 0° e menor do que 90° . Além disso, no caso de uma endentação de acordo com a invenção, os dois respectivos flancos de dente de um dente estão projetados simetricamente um ao outro, em relação a um plano de simetria que divide o dente na direção axial. As condições tangenciais mencionadas ao início para a evolução dos flancos de dente nas extremidades de ambos os lados da região de base de dente dos flancos de dente representam assim uma condição secundária para a subseção a ser selecionada de uma elipse, respectivamente para a própria elipse.

[008] Desse modo, com a invenção disponibiliza-se uma endentação capaz de correr igualmente nas duas direções de evolução. A região elíptica da base de dente de uma endentação de acordo com a invenção encontra-se limitada, no corte normal, em sua extremidade superior pelo ponto útil de base e em sua extremidade inferior pelo ponto de base.

[009] Nesse caso, como ponto útil de base no sentido da invenção entende-se aquele respectivo ponto do flanco de dente da endentação visto em um corte normal, acima do qual a endentação se acha configurada de modo evolvente. Desse modo, o ponto útil de base representa, em cada corte normal, o ponto mais inferior da evolução do flanco de um dente, o qual rola com uma endentação configurada de modo conjugado ao mesmo. No caso de parâmetros de endentação conhecidos, o ponto útil de base resulta, de preferência, de modo conhecido, como ponto de contato mais inferior da lei de endentação, embora também possa ser selecionado livremente acima do ponto de contato mais inferior, quando, por exemplo, a região endentada por rolamento de modo evolvente dos flancos de dente deva ser proposi-

talmente encurtada, tal como é usual, por exemplo, no caso de rodas cônicas na região de uma elevação da base de dente nas regiões extremas dos dentes voltadas em sentidos opostos uma à outra.

[0010] Por ponto de base entende-se o ponto mais inferior, isto é, radialmente mais interno, do flanco de dente observado em corte normal. Por intermédio dele, em uma roda dentada frontal define-se de modo usual o círculo de base da roda dentada, respectivamente no caso de uma roda cônica define-se o cone de base da roda cônica. No entanto, no caso de rodas cônicas deve-se observar que o círculo de base observado em um corte normal não tem que coincidir com o cone de base por todo o comprimento do dente, pois a endentação de uma roda cônica frequentemente apresenta uma elevação do perfil da base de dente – especialmente na região das extremidades dos dois lados da endentação com o menor, respectivamente o maior, diâmetro. Em certas regiões ao longo do comprimento do dente, respectivamente ao longo da distância do semicone, pode resultar assim, em uma roda cônica, uma evolução da base de dente que seja diferente daquela da forma cônica.

[0011] Na medida em que os flancos de dente de dois dentes contíguos transitem diretamente um para o outro sem região intermediária, a radial através do ponto de base no corte normal corresponde ao eixo de simetria dos vãos entre dentes.

[0012] Devido à evolução dos flancos na região de base de dente, predeterminada por uma elipse tombada – em relação às radiais acima mencionadas através do ponto de base – e pelas duas condições tangenciais, ocorre uma variação mais suave, em comparação com o estado da técnica já conhecido, do corte transversal dos dentes por todas as suas alturas de dente, o que, de acordo com a invenção, produz um aumento da capacidade de sustentação da base de dente – nas duas direções de evolução. Nesse ponto, uma endentação de

acordo com a invenção é superior não apenas em relação às rodas dentadas tradicionais com arredondamento circular da base de dente, como também em relação a um arredondamento elíptico da base de dente com elipse situada simetricamente nos vãos entre dentes, não inclinada em relação às radiais através do ponto de base.

[0013] No caso de rodas dentadas endentadas por rolamento de modo evolvente, resulta uma força atuante de modo essencialmente perpendicular sobre o flanco de dente de um dente na região da cabeça do dente, para uma distribuição de tensão, calculável, por exemplo, segundo a DIN 3990 ou pela ISO 6336, na região da base de dente do dente, por meio da qual determina-se também a capacidade de sustentação da base de dente. No caso das rodas cônicas, para o cálculo da tensão da base de dente – que varia em função da distância do semicone – emprega-se, de preferência, para cada corte normal uma assim chamada roda frontal de reserva com os parâmetros de endentação do respectivo corte normal. Endentações com tensões mais elevadas – com condições aliás iguais e igual ação de força – na região da base de dente proporcionam uma menor capacidade de sustentação da base de dente. Cálculos numéricos mostram que com um arredondamento elíptico da base de dente, no qual se baseia a presente invenção, a tensão da base de dente é menor no total, respectivamente que na região da base de dente ocorrem picos de tensão menores do que nas endentações já conhecidas. Isso leva à maior resistência pretendida da base de dente.

[0014] Em particular – devido à configuração mutuamente simétrica dos dois flancos de dente dos dentes – isso também se aplica a uma ação correspondente de força sobre o contra-flanco do dente e, portanto, para as duas direções possíveis de evolução de um par de rodas dentadas configurado com uma endentação de acordo com a invenção.

[0015] A evolução dos flancos de dente na região da base de dente de uma endentação de acordo com a invenção deve seguir, "no essencial", a subsecção de uma elipse tombada do modo explicado acima. Com isso, além de uma evolução elíptica exata da região da base de dente do flanco de dente, também se incluem desvios insignificantes, que surgem, por exemplo, no quadro de tolerâncias comuns de fabricação. Especialmente, uma subsecção de uma elipse, ou seja, um arco elíptico, pode ser, no entanto, aproximada à vontade também por meio de outras funções matemáticas, de tal modo que tais aproximações, desde que não se desviem de modo significativo, respectivamente apenas de modo não essencial em relação à subsecção pretendida de uma elipse orientada de acordo com a invenção, devam ser abrangidas pelo presente ensinamento técnico.

[0016] Em uma primeira forma de execução preferida da invenção, é previsto que – novamente observando-se em um corte normal através da endentação – o maior dos dois semieixos da elipse que define o flanco de dente na região da base de dente está inclinado com um ângulo de tombamento de elipse alfa com $0 < \alpha < 45^\circ$ a partir da radial através do ponto de base na direção do respectivo flanco de dente. Vantajosamente, o ponto de base da endentação situa-se, nesse caso, mais profundamente do que se situaria no caso de um arredondamento circular da base de dente com raio constante e com correspondentes condições tangenciais. Devido ao ponto de base situado mais profundamente em relação a um arredondamento convencional da base de dente com arredondamento circular da base de dente, obtém-se assim um dente mais alto, medido radialmente desde o ponto de base para a cabeça do dente. Apesar de que, no caso de uma força atuando na região da cabeça de dente perpendicularmente sobre o flanco de dente, isso leva a uma ação de alavanca mais extensa, também aqui os picos de tensão na região da base de dente encontram-se

mais reduzidos do que em uma endentação tradicional. Isso se deve também ao fato de que através da região da base de dente predeterminada por uma subseção de uma elipse tombada, o corte transversal do dente varia mais suavemente por toda sua altura. Além disso, a alavanca mais longa tem um outro efeito: resulta precisamente uma rigidez de flexão um pouco menor do dente, respectivamente um afundamento levemente aumentado da cabeça do dente. Isso, juntamente com a menor tensão da base de dente, leva a uma diminuição do efeito de choques de ataque, o que por sua vez também aumenta a capacidade de suporte da base do dente.

[0017] Segundo uma outra forma vantajosa de execução da invenção, é previsto que os parâmetros de elipse, isto é, o comprimento dos semieixos a e b da elipse, bem como o ângulo α de tombamento da elipse, sejam selecionados de tal modo que o valor de tensão máximo – calculado numericamente durante o dimensionamento da endentação sob ação de força predeterminada na região da cabeça de dente – na região de base do dente fique minimizado. O valor de tensão máximo na região de base de um dente da endentação, como demonstram os cálculos numéricos, é dependente dos parâmetros de elipse selecionados, com o que é possível melhorar mais uma vez a capacidade de suporte da base de dente por meio de seleção adequada dos parâmetros de elipse. Nesse caso, evidentemente deve-se cuidar para que uma subseção da elipse predeterminada pelos parâmetros de elipse satisfaça as condições tangenciais no ponto útil da base e no ponto de base. Uma minimização da tensão máxima surgida na região de base do dente pode ocorrer, por exemplo, mediante variação dos parâmetros de elipse a , b e α dentro de faixas adequadas de valores e cálculo respectivo da distribuição de tensão resultante na região da base de dente do dente. Para um especialista são corriqueiros os processos numéricos a serem assim empregados, com os quais, como já

foi explicado acima, é possível calcular um flanco de dente na região da base de dente que seja otimizado quanto a uma tensão mais baixa possível na base de dente.

[0018] Além disso, uma endentação de acordo com a invenção pode ser configurada, de preferência, de tal modo que os flancos de dente de dois dentes contíguos transitem um para o outro diretamente sem região intermediária, o que é possível devido à respectiva condição tangencial no ponto de base dos flancos de dente apontados um para o outro. As regiões de base de dente contíguas uma à outra dos flancos de dente dos dois dentes são definidas, nesse caso, respectivamente por uma subseção de duas elipses orientadas diferentemente; as respectivas elipses possuem semieixos a e b com o mesmo comprimento e estão inclinadas como um semi-eixo – respectivamente partindo do plano de simetria através dos vãos entre dentes – sob um mesmo ângulo α na direção do respectivo flanco de dente.

[0019] Além da endentação como tal de acordo com a invenção, a presente invenção também se refere a uma roda dentada munida de uma endentação de acordo com a invenção, bem como a um par de rodas dentadas formado por duas correspondentes rodas dentadas.

[0020] No caso de uma roda dentada de acordo com a invenção, pode-se tratar, vantajosamente, de uma roda frontal ou de uma roda cônica, que podem ser configuradas, de preferência, com endentação reta. No entanto, o ensinamento de acordo com a patente não se limita a isso, pois a princípio a invenção também pode ser aplicada para rodas dentadas com endentação inclinada. Nesse caso, deve-se então empregar como corte normal um plano de corte que evolua perpendicularmente ao ângulo de inclinação.

[0021] No caso de rodas frontais com endentação de acordo com a invenção, a região elíptica da base de dente do flanco de dente pode evoluir de forma constante, de preferência, por todo o comprimento

axial, respectivamente por toda a largura, do dente. No entanto, também é concebível uma variação dos parâmetros de elipse por toda a largura do dente, especialmente caso os flancos de dente estejam configurados com um abaulamento de largura, por exemplo, sob a forma de recuo na extremidade, que pode ser gerado, por exemplo, por uma variação do deslocamento de perfil, ou uma outra modificação que influencie a região evolvente do flanco de dente. Na região de uma modificação desse tipo é necessária, respectivamente conveniente, uma adequação dos parâmetros de elipse para atender as condições tangenciais. Dependendo do tipo da modificação, eventualmente um ou mais parâmetros de elipse podem ser adaptados de modo correspondente e outros podem ser mantidos constantes.

[0022] Em relação a isso, no caso de rodas cônicas é necessária uma adequação de um ou mais parâmetros de elipse à respectiva distância de semicone. Segundo uma forma vantajosa de execução da invenção, uma roda cônica de acordo com a invenção acha-se, portanto, configurada de tal modo que os comprimentos dos semieixos a e b da elipse e/ou o ângulo alfa de tombamento da elipse variem por toda a distância de semicone do respectivo corte normal observado.

[0023] No caso de uma roda cônica com endentação regular, essa adequação pode ser efetuada vantajosamente de modo relativamente simples, por exemplo na medida em que – partindo-se dos parâmetros de elipse selecionados para uma determinada distância de semicone – o ângulo alfa de tombamento de elipse por todo o comprimento de dente seja selecionado constante, e para atender as respectivas condições tangenciais na respectiva distância de semicone apenas os respectivos comprimentos dos semieixos da elipse – eventualmente no caso de uma relação constante de semieixos a/b – sejam adaptados em função da distância de semicone.

[0024] No entanto, se a endentação cônica for submetida a outras

modificações por todo o comprimento dos dentes, que não se correlacionem apenas com o maior semicírculo em função da distância de semicone, então, de preferência, todos os parâmetros de elipse devem ser adaptados separadamente para cada distância de semicone.

[0025] Para isso, ao se dimensionar a endentação, em primeiro lugar deve-se fixar os parâmetros de elipse para determinadas distâncias de semicone. Nas respectivas regiões intermediárias, o flanco de dente, na região de base de dente pode então – observando-se as condições tangenciais – pode ser conduzido gradualmente de um arco de elipse para o outro arco de elipse, por exemplo por meio de métodos usuais de interpolação. Além disso, o flanco de dente, na região de base de dente, para dentro das regiões intermediárias, pode ser predeterminado vantajosamente também por meio de definição prévia de parâmetros de elipse respectivamente exatos para cada distância de semicone, os quais podem ser obtidos, por exemplo, a partir de uma interpolação – eventualmente linear – dos parâmetros de elipse pré-selecionados na borda da região intermediária. No entanto, também aqui deve-se atentar para atender as condições tangenciais no ponto útil de base e no ponto de base, a fim de se obter uma transição fluida da base de dente para a evolvente, por um lado, e para o flanco de dente do outro dente, respectivamente para os vãos entre dentes, por outro lado.

[0026] Dependendo da configuração concreta da endentação de uma roda cônica, também pode ser conveniente dividir a endentação em função da distância do semicone – isto é, por todo o comprimento dos dentes – em regiões diferentes, dentro das quais se possa recorrer a regularidades apropriadas para a variação dos parâmetros de elipse. Especialmente, o ângulo de tombamento de elipse pode ser mantido constante em determinadas regiões, enquanto que ele pode ser variado em outras regiões em função da distância do semicone.

Em algumas regiões comprova-se ser conveniente uma relação constante de semieixos a/b , enquanto que ela em outras regiões pode variar – eventualmente linearmente – com a distância de semicone.

[0027] De preferência, uma roda cônica de acordo com a invenção apresenta uma endentação de acordo com a invenção, na qual, ao menos por uma parte do comprimento dos dentes, tanto o ângulo alfa de tombamento de elipse, quanto a relação de semieixos a/b são constantes.

[0028] As rodas dentadas de acordo com a invenção, devido à configuração complexa da região da base de dente de sua endentação, são produzidas, de preferência, por moldagem, por exemplo por forjadura. No entanto, também é possível uma produção por levantamento de aparas.

[0029] A seguir, a invenção será explicada com base no desenho. Mostra-se:

Figura 1: um exemplo de execução de uma endentação de acordo com a invenção de uma roda dentada frontal, em um corte normal;

Figura 2: um corte conduzido axialmente através de um exemplo de execução de uma roda cônica de acordo com a invenção;

Figura 3 – 7: diferentes cortes normais através da endentação da roda cônica da figura 2.

[0030] Na figura 1 é mostrada, em recorte, a endentação 1 de um exemplo de execução de uma roda dentada frontal com endentação reta de acordo com a invenção, em um corte normal. Pode-se identificar a evolução dos flancos de dois dentes 2, 3, dos quais o dente 3 mostrado na figura 1 à direita só é mostrado até o seu plano de simetria A que parte o dente na direção axial.

[0031] Os flancos de dente 4, 5, 6 dos dentes 2, 3 são respectivamente configurados de forma evolvente acima de uma região de base

de dente 7, 8, 9, enquanto que a evolução dos flancos de dente 4, 5, 6 na região de base de dente 7, 8, 9 corresponde respectivamente a uma subsecção B de uma elipse 10, 11, 12 com semieixos a , b , sendo $a > b$. As regiões de base de dente 7, 8, 9, configuradas em forma elíptica, dos flancos de dente 4, 5, 6 encontram-se limitadas para cima, isto é, para fora radialmente em relação ao ponto central da roda dentada não mostrado na figura 1, respectivamente por um ponto útil de base 15, 16, 17, ao qual se segue então a região dos flancos de dente 4, 5, 6 dos dentes 2, 3, região esta que se estende até a respectiva cabeça de dente 13, 14. No ponto útil de base 15, 16, 17 do respectivo flanco de dente 4, 5, 6, a região evolvente dos flancos de dente 4, 5, 6 e a região de base de dente 7, 8, 9, formada pela subsecção B da elipse 10, 11, 12, dos flancos de dente 4, 5, 6 continuam tangencialmente uma na outra. As regiões de base de dente 7, 8, 9 encontram-se limitadas para baixo, isto é, para dentro radialmente, respectivamente por um ponto de base F, no qual as regiões de base de dente 7, 8, 9 encostam tangencialmente no círculo de base de dente FKS. Além disso, a figura 1 também mostra o semicírculo TKS da endentação.

[0032] Os semieixos a , b , com diferentes comprimentos, das respectivas elipses 10, 11, 12 em parte só mostradas pela metade se situam de modo não simétrico nos vãos entre dentes, senão que estão inclinados em relação às respectivas radiais R através do ponto de base F, sob o ângulo alfa de tombamento de elipse maior do que 0° e menor do que 90° . A radial R representa, neste momento, um eixo de simetria da endentação através dos vãos entre dentes. Nesse caso, o respectivo semi-eixo a mais longo da elipse 10, 11, 12, a partir do eixo de simetria R, encontra-se inclinado com o ângulo alfa de tombamento de elipse na direção daquele flanco de dente 4, 5, 6, cuja região de base de dente é formada pela respectiva subsecção B da elipse 10, 11, 12. Os eixos de simetria R e os eixos de simetria A cortam-se conjun-

tamente no eixo central – não mostrado – da roda dentada.

[0033] O flanco de dente 4, mostrado na figura 1 à esquerda, do dente 2 mostrado à esquerda está configurado simetricamente, quanto ao plano de simetria A do dente 2, em relação ao segundo flanco de dente (contra-flanco) 5 do mesmo dente 2. Do mesmo modo, o flanco de dente esquerdo 6 do dente 3, mostrado na figura 1 à direita, está configurado simetricamente, quanto ao plano de simetria A lá existente, em relação ao segundo flanco de dente – não mostrado – do mesmo dente 3. Os demais dentes da roda dentada frontal, mostrada na figura 1 apenas em recorte, estão configurados idênticos e evoluem em direção axial, de preferência com flancos constantes de dente.

[0034] A figura 2 mostra um corte longitudinal através de um exemplo de execução de uma roda cônica 18 com endentação reta, de acordo com a invenção, roda cônica esta que está configurada como corpo rotativo em torno do eixo central M que evolui axialmente e que apresenta uma multiplicidade de dentes 19. Como curvas características da roda cônica 18 são mostrados ainda o cone de base FK, o semicone TK e o cone de cabeça KK, cujos prolongamentos respectivos se encontram, neste caso, em um ponto de corte em comum S sobre o eixo central M. No entanto, isto não é obrigatório, pois para o ajuste da folga de duas rodas cônicas rolando uma com a outra, eventualmente também pode ser previsto um deslocamento paralelo do cone de cabeça ou de base.

[0035] Nas regiões extremas 20, 21 da endentação, voltadas em sentidos opostos uma à outra, o perfil da base de dente encontra-se elevado, de tal modo que nessas regiões o círculo de base FKS se situa radialmente por fora do cone de base FK.

[0036] O corte, mostrado na figura 2, através da roda cônica 18 evolui exatamente através de um vão entre dentes, de tal modo que um flanco de dente 22 de um dente 19 da endentação pode ser identi-

ficado em vista frontal. Nesse caso, acha-se assinalada a evolução dos pontos úteis de base 24 por toda a distância de semicone.

[0037] Sobre a evolução do flanco de dente 22, cabe remeter-se às figuras 3 – 7, que mostram diferentes cortes normais, evoluindo perpendicularmente ao semicone TK, através do flanco de dente 22, no caso de diferentes distâncias de semicone segundo as linhas de corte na figura 2 assinaladas por algarismos romanos. Nesse caso, a figura 3 mostra o corte III, a figura 4 o corte IV, a figura 5 o corte V, a figura 6 o corte VI e a figura 7 o corte VII.

[0038] O flanco de dente 22 acha-se configurado em forma evolvente nos respectivos cortes normais – com exceção do corte na figura 3, onde o flanco de dente 22, devido a um nítido encurtamento da cabeça já termina abaixo do ponto útil de base 24 lá existente (cf. também a figura 2) – acima do respectivo ponto útil de base 24. Abaixo do ponto útil de base 24, o flanco de dente 22 até o ponto de base F corresponde sempre a uma subseção B de uma elipse E – só mostrada pela metade – com semieixos a e b variando em função da distância de semicone. A subseção B da respectiva elipse E termina em cada ponto de base F tangencialmente no círculo de base FKS e transita em cada ponto útil de base 24 tangencialmente para a região evolvente do flanco de dente 22. O respectivo semi-eixo maior a da elipse E encontra-se inclinado na direção do flanco de dente 22, com um ângulo alfa, variando ao longo da distância de semicone, com $0^\circ < \text{alfa} < 90^\circ$, a partir da radial R através do respectivo ponto de base F.

[0039] Em uma região do flanco de dente 22, localizada entre as linhas de corte IV e V na figura 2, na qual o respectivo círculo de base FKS coincide com o cone de base FK e os pontos úteis de base 24 também evoluem ao longo de um cone, o ângulo alfa de tombamento de elipse apresenta em cada corte normal um valor constante. Neste caso, apenas são variados os comprimentos dos semieixos a e b das

respectivas elipses proporcionalmente à distância de semicone, fazendo com que a sua relação de semieixos a/b permaneça constante. Por isso, o ângulo alfa de tombamento de elipse nas figuras 4 e 5 também apresenta um valor aproximadamente igual; a diferença insignificante deve-se, em última instância, ao fato de que o corte na figura 5 já ocorre em uma região do flanco de dente 22 onde o círculo de base FKS, predeterminado pelo ponto de base F, devido à elevação da base de dente que já começa lá, se situa um pouco radialmente por fora do cone de base FK (cf. figura 2).

[0040] Além disso, a cabeça de dente 25 se encontra retraída nas regiões extremas da endentação em relação ao cone de cabeça KK. Sem essa retração, resultaria a evolução do flanco de dente 26 – mostrada em pontilhado nas figuras 3, 5, 6, 7.

[0041] O contra-flanco do dente apenas mostrado pela metade nas figuras 2 – 7 acha-se configurado simetricamente ao flanco de dente 22 – em relação ao plano de simetria A. O flanco de dente, voltado para o flanco de dente 22, do dente contíguo segue-se simetricamente – de modo semelhante do caso da roda frontal na figura 1 – ao plano de simetria formado através das radiais R. Os demais dentes da roda cônica 18 estão configurados de forma análoga.

REIVINDICAÇÕES

1. Endentação (1) de uma roda dentada com uma multiplicidade de dentes (2, 3; 19), cujos flancos de dente (4, 5, 6; 22) estão configurados em forma evolvente acima de uma região de base de dente (7, 8, 9; 23) dos flancos de dente (4, 5, 6; 22), sendo que a região de base de dente (7, 8, 9; 23), vista em um corte normal, dos flancos de dente (4, 5, 6; 22), a qual se estende entre um ponto útil de base (15, 16, 17; 24) e um ponto de base (F), encontra-se configurada em forma elíptica, encadeando-se, no ponto útil de base (15, 16, 17; 24), tangencialmente à região evolvente do flanco de dente (4, 5, 6; 22) e encostando tangencialmente no círculo de base de dente (FKS) no ponto de base (F), caracterizada pelo fato de que o flanco de dente (4, 5, 6; 22), visto em um corte normal, em sua região de base de dente (7, 8, 9; 23), segue, no essencial, uma subseção (B) de uma elipse (10, 11, 12; E) com semieixos (a, b) de comprimentos diferentes, sendo que um semi-eixo (a, b) da elipse (10, 11, 12; E) encontra-se inclinado em relação a uma radial (R) através do ponto de base (F) sob um ângulo alfa de tombamento de elipse entre 0° e 90° , e sendo que os flancos de dente (4, 5, 6; 22) dos dentes (2, 3; 19) da endentação estão configurados simetricamente um ao outro, em relação a um plano de simetria (A) que parte o respectivo dente (2, 3; 19) em direção axial.

2. Endentação de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que o semi-eixo mais longo (a) dos dois semieixos (a, b) da elipse (10, 11, 12; E) encontra-se inclinado, sob um ângulo alfa de tombamento de elipse entre 0° e 90° , em relação ao flanco de dente (4, 5, 6; 22) desde a radial (R) através do ponto de base (F).

3. Endentação de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os semieixos (a, b) da elipse (10, 11, 12; E), bem como o ângulo alfa de tombamento de elipse, são selecionados de tal modo que a tensão máxima na região de base do dente é míni-

ma no caso de uma força predeterminada atuante perpendicularmente sobre o flanco de dente (4, 5, 6; 22) na região de cabeça de dente.

4. Endentação de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que os flancos de dente (5, 6), voltados um para o outro, de dois dentes contíguos (2, 3) transitam um para o outro tangencialmente sem espaço intermediário.

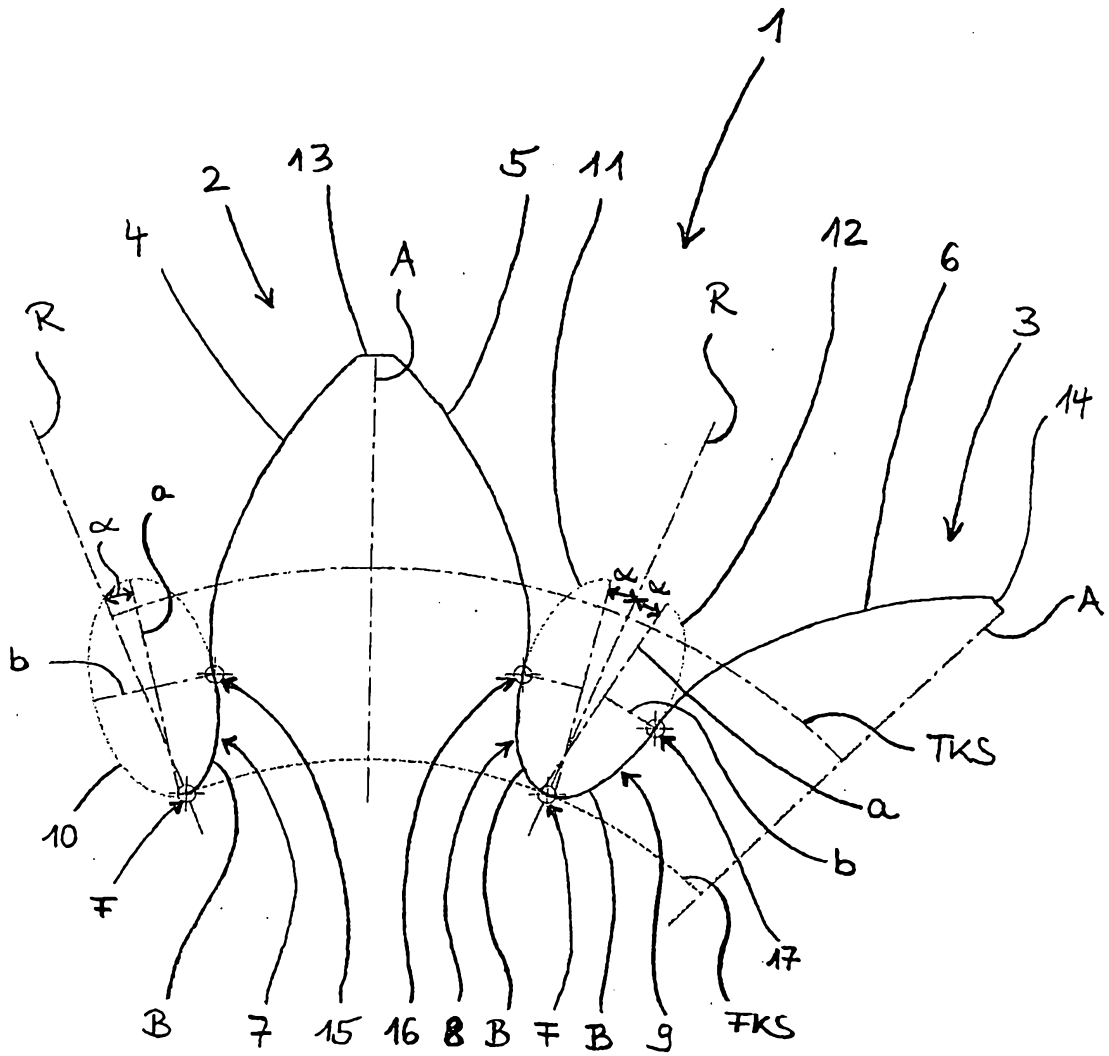


FIG. 1

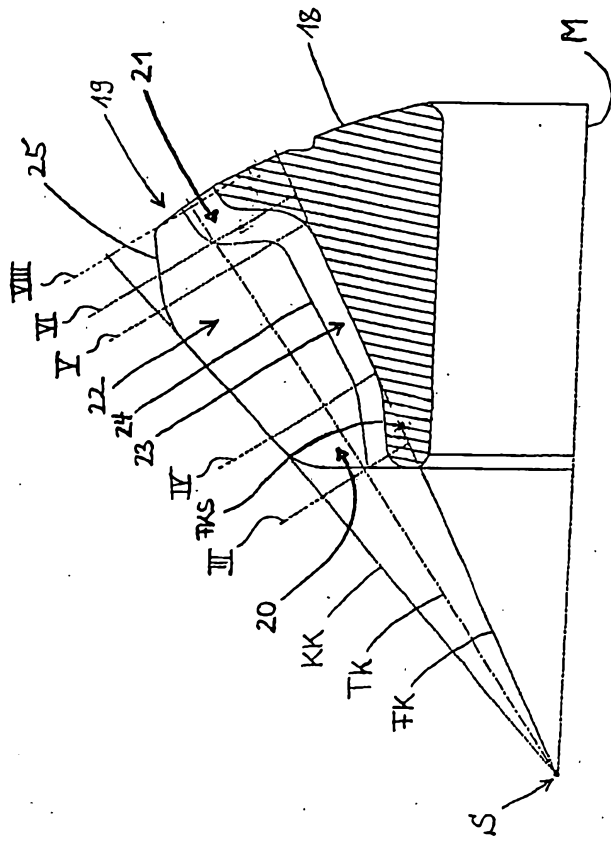


FIG. 2

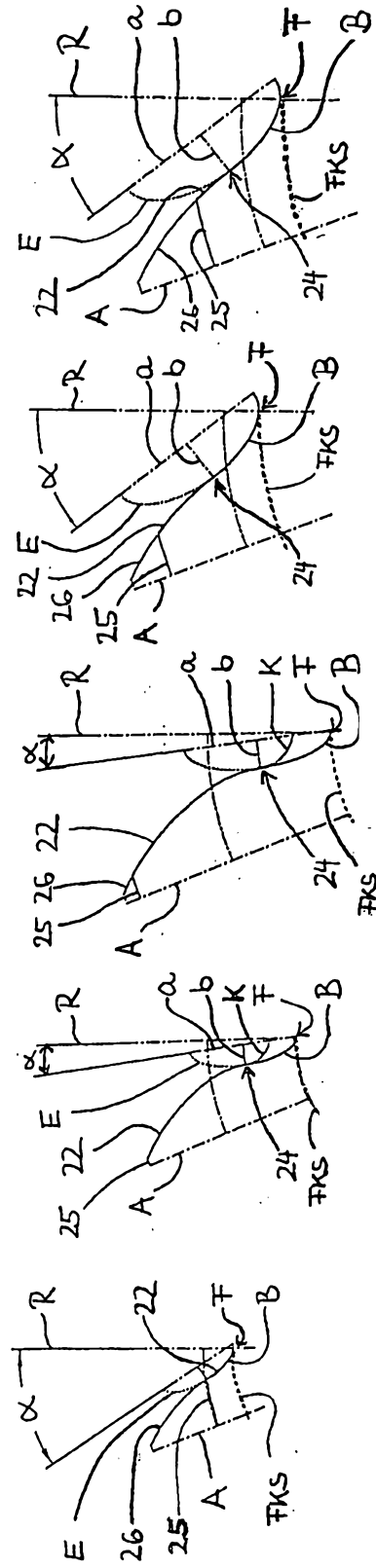


FIG. 3

FIG. 4

FIG. 5

FIG. 6

FIG. 7